



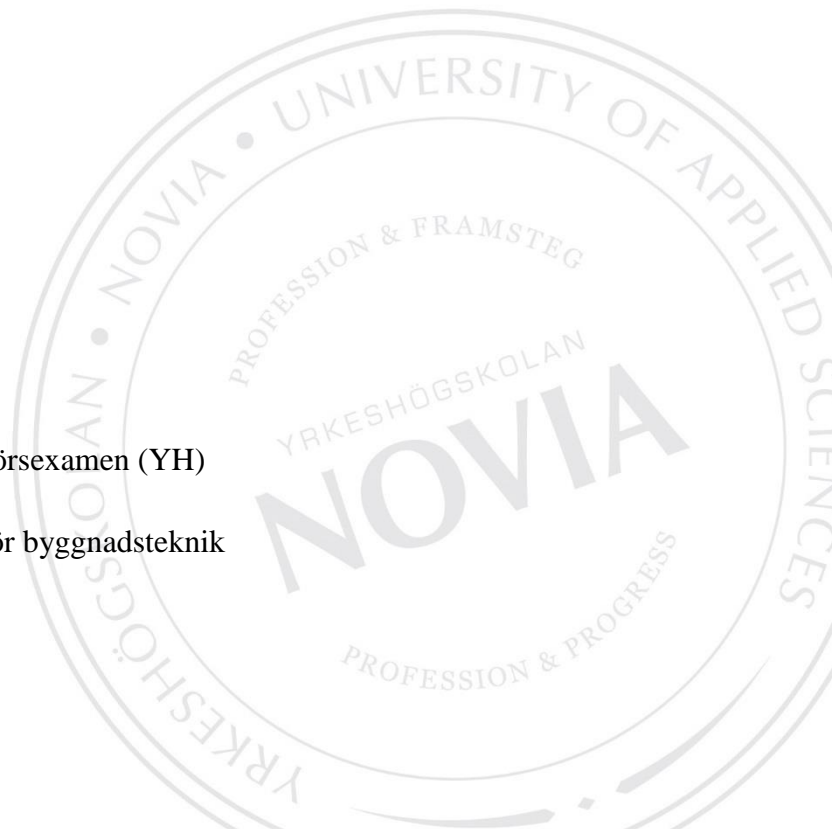
Planering och kartläggning av tredje våning för ett bostadshus

Daniel Brandt

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Vasa 2014



EXAMENSARBETE

Författare: Daniel Brandt
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Konstruktion
Handledare: Allan Andersson

Titel: Planering och kartläggning av tredje våning för ett bostadshus

Datum: 6.5.2014

Sidantal: 30

Bilagor: 1

Abstrakt

Detta examensarbete är gjort på uppdrag av Ingenjörbyrå Mathias Smeds Ab som planerar att bygga lägenheter på deras kontorsbyggnad. Med detta examensarbete har jag som uppgift att utreda hur byggnaden är uppbyggd och bestämma om en påbyggnad är möjlig.

Examensarbetet är delat in i tre delar. Den första delen består av kontroll och granskning av husets konstruktion. I detta kapitel redovisar jag resultatet av alla de granskningar jag gjorde. I den andra delen beskriver jag vilka krav som myndigheterna ställer på påbyggnaden. Den tredje delen innehåller hållfasthetsberäkningar som krävs för utredningen. Till dessa beräkningar har jag använt mig av olika beräkningsprogram samt räknat för hand.

Resultatet av detta examensarbete blir en byggnadsavhandling om en påbyggnad av befintlig byggnad.

Språk: svenska

Nyckelord: myndighetskrav, påbyggnad, granskning

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Daniel Brandt
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto:	Rakennesuunnittelu
Ohjaaja:	Allan Andersson

Nimike: Suunnittelu ja kartoitus kolmannessa kerroksessa asuntotaloon

Päivämäärä: 6.5.2014	Sivumäärä: 30	Liitteet: 1
----------------------	---------------	-------------

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty insinööritoimisto Mathias Smedsille, joka aikoo rakentaa asuntoja kolmannessa kerroksessa olemassa olevaan rakennukseen. Tämän opinnäytetyön tehtävä on selvittää, miten rakennus on rakennettu ja jos asuntojen rakentaminen on mahdollista.

Opinnäytetyö on jaettu kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa tarkastelen talon rakennetta. Tässä osassa esittelen kaikki tulokset tarkastuksesta. Toisessa osassa kerron viranomaisten asettamat vaatimukset rakennukseen. Kolmannessa osassa teen kaikki tarvittavat laskelmat. Näihin laskelmiin käytin eri laskentaohjelmat.

Oppinäytetyön tulos on tutkimuksen ja arvioinnin mahdollista laajentamista.

Kieli: ruotsi	Avainsanat: viranomaisten vaatimukset, tarkastus
---------------	--

BACHELOR'S THESIS

Author: Daniel Brandt
Degree Programme: Construction Engineering, Vaasa
Specialization: Structural Design
Supervisor: Allan Andersson

Title: Planning and inspection of a third floor for a residential building

Date: 6.5.2014 Number of pages: 30 Appendices: 1

Abstract

This thesis is done for Ingenjörbyrå Mathias Smeds Ab who are planning to build apartments on the top floor of their office building. In this thesis my assignment is to find out how the building is built and to determine if such an action is possible.

The thesis is divided into three parts. The first part consists of the inspection of the building to examine how it is built. In this part I have listed all my findings in the inspection. In the second part I have described all the building regulation requirements that are set on the building. The third section includes all the calculations. For my calculations I have used different calculation programs and also done my own calculations.

The result of this thesis is a study and an evaluation of a possible extension.

Language: Swedish Key words: building regulations, extension, inspection

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Tillvägagångssätt och mål	1
2	STATIONSGATAN 48	2
2.1	Byggnadsritningar	3
2.2	Granskning av byggnad.....	4
2.2.1	Konklusion av granskningen.....	6
3	MYNDIGHETERNAS KRAV	7
3.1	Brandbestämmelser	7
3.1.1	Byggnaders användningssätt.....	7
3.1.2	Brandbelastning	8
3.1.3	Brandklasser.....	9
3.1.4	Brandskydd mot byggnadsdelar.....	10
3.1.5	Förhindrande av spridning av brand	10
3.1.6	Utrymning i händelse av brand	11
3.1.7	Släckning och rökventilation	13
3.2	Hiss.....	15
3.3	Skyddsrum.....	15
3.4	Ljudisolering	15
3.5	Bostäder.....	16
3.6	Förbindelseväg	17
4	KRAVEN TILLÄMPAT PÅ STATIONSGATAN 48	17
4.1	Brandsbestämmelser.....	17
4.2	Hiss.....	20
4.3	Skyddsrum.....	22
4.4	Ljudisolering	22
5	BERÄKNINGAR	22

5.1	Utgångsdata	22
5.2	Utan förstärkningar.....	23
5.3	Med förstärkningar	23
6	SKISSER OCH ALTERNATIV	24
7	RESULTAT OCH DISKUSSION.....	26
8	KÄLLFÖRTECKNING.....	28

FÖRORD

Detta examensarbete handlar om att klargöra om en eventuell påbyggnad av befintlig byggnad är möjlig. Som beställare fungerar Ingenjörbyrå Mathias Smeds som har planer på att bygga lägenheter på deras kontorsbyggnad i Sandviken, Vasa. Idén är att bygga en tredje våning på det befintliga tvåplanshuset. I detta examensarbete har jag tagit reda på hur den befintliga byggnaden är uppbyggd, utrett vad myndigheterna kräver för byggandet av en tredje våning samt gjort hållfasthetsberäkningar. Jag praktiserade redan under min praktikperiod hösten 2013 hos Mathias Smeds och under denna tid blev jag erbjuden att skriva mitt examensarbete om detta projekt.

Jag tyckte det skulle vara mycket intressant och lärorikt så jag tackade ja direkt. Vid byrån har jag också fått bra handledning. Som handledare från skolans del har det varit Allan Andersson. Resultatet av detta examensarbete är en byggnadsavhandling om en eventuell påbyggnad.

Daniel Brandt

Vasa 2014

1 INLEDNING

1.1 Beställare

Beställare till detta examensarbete är Ingenjörbyrå Mathias Smeds Ab. Ingenjörbyrå Mathias Smeds är en litet byggföretag grundat 1996 som utför allt från planering till färdigställande av hus. Deras verksamhet sträcker sig från nybyggen till restaurering av byggnader. Företaget har mellan 12 och 15 anställda beroende på säsong och de är verksamma runtom i Österbotten.

1.2 Bakgrund

Planen med detta projekt är att bygga lägenheter på befintlig byggnad. Det är frågan om ett gammalt hus, byggt på 1950-talet, som är beläget på Stationsgatan 48 i Sandviken i Vasa. Huset har två våningar plus vind och källare. Källaren är delvis under marken. På gatsidan på den sydöstra delen har huset två affärslägenheter, en tillhörande Ingenjörbyrå Mathias Smeds Ab, som har den större delen, och det andra hyrs av en frisör. Den kvarstående delen av första planet samt hela andra planet består av bostäder. I källaren finns förvaringsutrymmen, tvättstuga, bastu med tvättrum samt värmecentral. Huset har två trapphus, båda med ingång från innergården från västra sidan. Ingång till affärsutrymmena finns på östra sidan.

Kvarteret i Sandviken där huset är beläget består av ett antal olika sorters bostadsbyggnader; både egnahemshus samt större och mindre bostadshöghus.

1.3 Tillvägagångssätt och mål

Målet med detta examensarbete är att undersöka om en påbyggnad av befintlig byggnad är möjlig. Projektet inledde med att man gick igenom de gamla byggritningar för att få en bild av hur huset är uppbyggt. Byggnadsritningarna hade jag fått tillgång till från byggnadstillsynen i Vasa. Detta efterföljdes av en granskning av huset för att kontrollera att byggnadsritningarna stämde överens med byggnaden samt för att hitta avvikelser mellan

ritningarna och byggnaden. Här ingår även en ytlig konditionsgranskning av huset. En fullständig konditionsgranskning måste utföras innan projektet fortskrider men denna har inte ingått i detta examensarbete. Sedan tog man reda på vilka krav som myndigheterna ställer. Då det klargjorts hur byggnadens konstruktion såg ut och vilka krav myndigheterna ställer så gjordes hållfasthetsberäkningar på konstruktionen, för att se om den klarar av den tyngd som en tredje våning skulle påföra och vilka eventuella förstärkningar som krävs.

2 STATIONSGATAN 48

För att få en förståelse om hur byggnaden såg ut krävdes det att man inledde med att studera ritningarna till byggnaden samt att göra en granskning av byggnaden. I detta kapitel har jag beskrivit hur byggnaden ser ut utgående från ritningar och granskningar. Jag har först studerat de gamla byggnadsritningar och har förklarat hur de såg ut. En del av ritningarna har jag infogat i texten. Fortsättningsvis har jag granskat byggnaden för att klargöra hur dess konstruktion ser ut samt gjort en ytlig konditionsgranskning av denna. I detta kapitel har jag redogjort de resultat som jag fått.



Figur 1. Byggnaden på Stationsgatan 48.

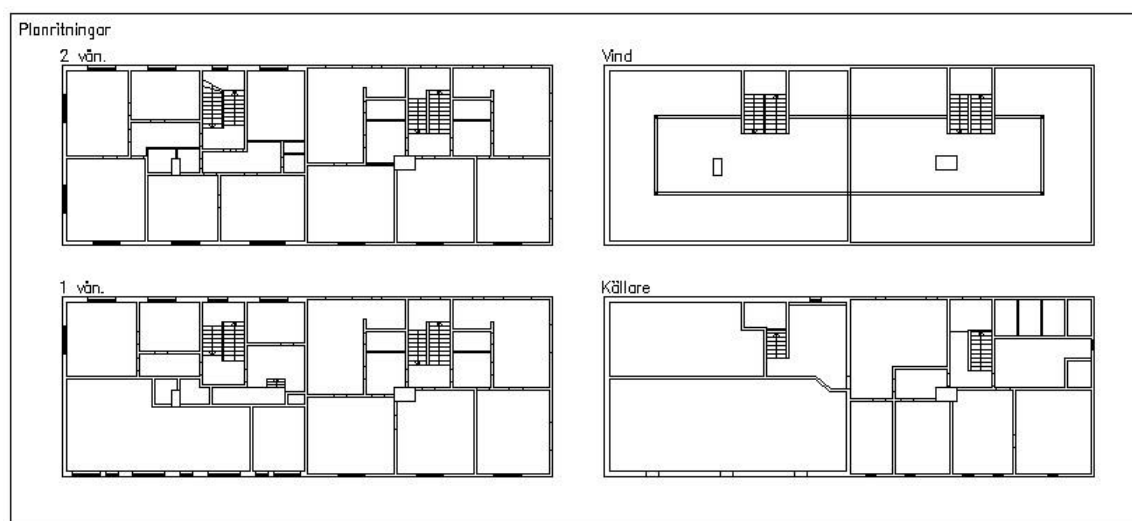
2.1 Byggnadsritningar

Jag fick tillgång till byggnadsritningarna av huset från byggnadstillsynen i Vasa. Dessa var från 1952 och handritade men de var ändå väldigt detaljerade och beskrivande. Eftersom de var handritade var måtten inte helt exakta men detta utgjorde inga större problem. I byggritningarna ingick plan-, fasad- och väggdetaljritningar samt en skärning på byggnaden. Jag ritade in ritningarna i AutoCAD och här nedan kan man se fasadritningarna (*Figur 1*) och planritningarna (*Figur 2*).



Figur 2. Fasadritningar på nuvarande hus.

De mest detaljerade av byggnadsritningarna var väggskärningarna. Väggskärningar från byggnadsritningarna visar att ytterväggen består av gipsskiva, skålning, byggpapper, stomme + isolering, skålning, tjärfilt, tegel, och rappning. Mellanväggarna består av gipsskiva, skålning, byggpapper, stomme + isolering, byggpapper, skålning och gipsskiva. Ritningarna tyder på att södra halvan av huset skulle vara utbyggd senare och att norra delen i så fall skulle vara ännu äldre än ritningarna.



Figur 3. Planritning av nuvarande hus.

2.2 Granskning av byggnad

Vid en snabb visuell granskning av huset kunde man se att huset är i ett någorlunda bra skick. Lite ytliga slitage kunde man observera. På fasaden kunde man se att bruket har vittrat sönder på ställen och på vissa ställen ända fram till teglet. På sockeln fanns det även platser med sprickor. Källarytterväggen består av en betongstomme med en inre tegelvägg som har fungerat som en sorts värmeisolering. Mellanväggarna har också en betongstomme och den vägg som går tvärs över i mitten av huset är något bredare.

Enligt ritningarna antogs det att huset är byggt på två olika tider och det får man också bekräftat när man studerar konstruktionen noggrannare. Den tvärsgående väggen mitt i huset är en gammal yttervägg. Den norra delen av huset är den äldre delen, gissar att den är byggd på 1930-talet, och den södra delen den nyare är byggd på 1950-talet. Man kunde se denna skillnad mellan delarna i ytterväggen. Måtten på virket och avstånden som framkommer i de kommande kapitlen varierar stort. Detta kan förklaras just med att byggnaden är byggd på två olika tider.

Huset är alltså byggt på två olika tider och man såg denna skillnad i ytterväggen. Själva stommen är ändå densamma för de två delarna. Stommen består av 2x4 tums regler och på vissa ställen även 4x4 tum (deras placering varierar stort). Centrumavståndet mellan reglarna varierar mellan 550–650 mm. Stommen är placerad 130 mm längre in på den

nyare delen. Orsaken är att man har lagt tegel i ytterväggen. Tegel saknas alltså helt i den gamla delen.



Figur 4. Ytterväggen utifrån och inifrån sett.

Husets tak är valmat. Taket är av gammal typ och lutar på upphöjda balkar som är placerade på tre meters avstånd från ytterväggen på både långsida och gavel (se vindplanritning i *Figur 3*). Pelarbalkarnas mått varierar mellan södra och norra sidan och även mellan västra (50x175 mm) och östra sidan (60x160 mm). Pelarna är 100x100 mm (på vissa ställen 50x100 mm) och ca 1,60 meter långa (från balkpelare till vindgolv), men deras centrumavstånd varierar. Takstolarnas mått är 50x120 mm över hela taket.



Figur 5. Takstolar och takkonstruktionen.

Golvvasorna i vindsvåningen går parallellt med gaveln. Det finns en mängd variationer mellan södra och norra delen. På södra del är golvvasorna 60x170 mm och de har ett centrumavstånd på 700 mm. På norra delen är golvvasorna 60x175 mm med

centrumavståndet 550 mm. Vasornas dimensioner varierar ibland och man hittar vasor med aningen mindre och större mått.

Källarytterväggen har en betongstomme som är 250 mm tjock. På insidan av väggen finns 130x85 mm tegel. Mellan dessa material finns en sorts luftspringa. Källarmellänväggen har en bredd på 160 mm och den tvärgående gamla ytterväggen i mitten av huset är 265 mm bestående av betong.



Figur 6. Källarens ytter- och mellanvägg.

2.2.1 Konklusion av granskningen

Med granskningen fick man det som byggnadsritningarna visar bekräftat. Några större avvikelser hittades dock inte. Som sammanfattning av husgranskningen kan man nämna att materialet som har använts varierar mycket. Detta kan förklaras delvis att byggnaden är byggd på två olika tider. Variationen gäller dock inte bara ytmaterialen utan även stommens dimensioner, dess placering och centrumavstånd varierar mellan den norra och södra byggnadsdelen.

3 MYNDIGHETERNAS KRAV

En påbyggnad sätter stort press på den befintliga byggnaden och därför ställs det stora krav som byggnaden skall klara av för att ett byggnadslov beviljas. När man gör en eventuell påbyggnad på ett gammalt hus är husets kondition mycket viktig och byggnadsbestämmelserna måste följas. Under examensarbetets gång har jag fått hjälp från både min handledare Allan Andersson och beställare Mathias Smeds. Jag har också varit i kontakt med flera sakkunniga personer från byggnadssynen, stadsplaneringen och brandverket. Med de mer anmäla byggnadskraven har jag varit i kontakt med planläggningsarkitekt Oliver Schulte-Tigges från stadsplaneringen i Vasa. Från brandverket har jag kontaktat brandsynsingenjör Thomas Nyqvist.

3.1 Brandbestämmelser

Brandkraven hör till de strängaste kraven som ställs på byggnaden. Byggnadsbestämmelserna är till för att säkerställa i första hand de boende, men också för att bevara byggnadens kondition och konstruktion. Jag har varit i kontakt med Thomas Nyqvist, som är brandsynsingenjör i Vasa. Möten och samtal med honom gav mig direktiv och vägledning om vilka brandkrav som ställs på byggnaden. Jag fick även bekräftat det som jag tidigare vetat. (Muntlig kommunikation med brandsynsingenjör T. Nyqvist, 30.10.2013)

3.1.1 Byggnaders användningssätt

Byggnader klassificeras enligt deras användningssätt. Vid brandsektioneringen sektioneras brandcellerna huvudsakligen efter dessa användningssätt. Användningssätten som byggnaden indelas in i är bostäder, inkvarteringsutrymmen, vårdinrättningar, samlingslokaler och affärsutrymmen, arbetsplatsutrymmen, produktions- och lagerutrymmen samt bilgarage.

3.1.2 Brandbelastning

Enligt *E1 (2011)* av *Finlands Byggbestämmelser* är ”brandbelastning den totala värmemängd som frigörs vid fullständig förbränning av materialet som finns i ett utrymme. I detta material ingår bärande, stomstabiliserande, sektionerande och övriga byggnadsdelar samt lösöret.” Brandbelastningens densitet anges i MJ/m². Brandbelastningen beräknas utgående från brandcellernas användningssätt. I figuren nedan (*Figur 5*), som jag har tagit ur *E1 (2011)*, finns de olika brandbelastningsgrupperna.

2.2 Brandbelastningsgrupper

2.2.1

Olika användningssätt indelas i brandbelastningsgrupper enligt brandbelastningens densitet. Brandbelastningsgrupperna är följande:

	Anvisning Principer för indelning av olika användningssätt i brandbelastningsgrupper:
över 1200 MJ/m ² ;	- Lager som utgör separata brandceller. Brandbelastningen i produktions- och lagerutrymmen bestäms eller uppskattas från fall till fall.
minst 600 MJ/m ² och högst 1 200 MJ/m ² ;	- Vissa samlingslokaler och affärsutrymmen, såsom butiker, utställningshallar och bibliotek; - källaravdelningar i bostadshus som inrymmer förråd för lösöre; - reparations- och serviceutrymmen för motorfordon.
mindre än 600 MJ/m ² .	- Bostäder, inkvarteringsutrymmen och vårdinrättningar; - vissa samlingslokaler och affärsutrymmen, såsom restauranger, butiker med en areal på högst 300 l-m ² , kontor, skolor, idrottshallar, teatrar, kyrkor och dagvårdsinrättningar; - bilgarage. I allmänhet får det i denna grupp även placeras sådana utrymmen som hör till andra brandbelastningsgrupper om dessa utrymmen förses med en automatisk släckningsanläggning som är lämplig för ändamålet. Detta gäller inte byggnader i klass P2 med 3–8 våningar.

Figur 7. Brandbelastningsgrupper (rubrik 2.2 ur E1 (2011))

3.1.3 Brandklasser

Byggnader indelas in i tre brandklasser: P1, P2, P3. Brandklass P1 har de högsta kraven och P3 de lägsta. Faktorer som påverkat klassificeringen: våningsantal, våningsareal, höjd och antal boende. Också stommens material påverkar indelningen av byggnader.

Brandklass P1

En byggnad med brandklass P1 är en byggnad som klarar av brand utan att falla samman och klarar även av avkylningsprocessen. Brandklass P1 har inga begränsningar på våningsantal, höjd eller våningsareal. Inga begränsningar ställs på antalet tillåtna personer i byggnaden ifall de övriga kraven uppfylls. Brandcellers största areal för affärs- samt arbetsplatsutrymmen är 2400 m² och källare får högst vara 800 m².

Brandklass P2

Till skillnad från den förra klassen har denna klass flera begränsningar. Med brandklass 2 är det högsta tillåtna våningsantal åtta och byggnadens höjd får högst vara 14 m. För flera än två våningar kan våningsarealen vara högst 12 000 m². Högsta tillåtna personantalet har inga begränsningar ifall de övriga kraven uppfylls. Brandcellers största areal för affärs- samt arbetsplatsutrymmen är 2400 m² och källare får högst vara 800 m².

Brandklass P3

Denna brandklass är den som har de minsta kraven på byggnaden och de flesta egnahemshus samt radhus och mindre hallar är av denna klass. För bostadshus är våningsantalet begränsat till två och byggnadens höjd högst nio meter men denna brandklass är inte tillåten för bostadshus med tre våningar eller högre. Högsta tillåtna personantalet har inga begränsningar ifall de tidigare kraven uppfylls. Brandcellers största areal för källare, affärs- samt arbetsplatsutrymmen är 400 m².

Det som gäller för alla brandklasser är att brandcellerna sektioneras lägenhetsvis och enligt användningssätt. Trapphuset sektioneras även skilt. En byggnad med trästomme med max två våningar kan vara av alla tre klasser. En byggnad med flera våningar kräver för

brandklass P1 att stommen är av betong och en byggnad kan inte ha brandklass P3 ifall den har flera våningar än 2. (*E1 (2011) av Finlands Byggbestämmelser kap. 3 och 5*)

3.1.4 Brandskydd mot byggnadsdelar

En byggnad skall vara skyddad mot brand och kunna motstå brand under en viss tid utan att störta samman och den ska även kunna motstå avsvälningen. Byggnadsdelar indelas i olika klasser beroende på hur bra de motstår brand. Brandmotsåndstiden tar hänsyn till integritet E, isolering I och bärförmåga R. Byggmaterialets brandmotsånd kan betecknas R, REI, RE, EI, E. Dessa beteckningar efterföljs med ett tal som anger hur länge i minuter byggmaterialet motstår brand; 15, 30, 45, 60, 120, 180 och 240. Exempel på en beteckning av en vägg: EI 60.

Brandskyddsbeklädnaden betecknas med K₁10, K₂10, K₂30, K₂60. Byggnadsvaror klassificeras enligt hur de medverkar till uppkomsten samt spridning av brand. Dessa har följande beteckningar: A1, A2, B, C, D, E, F. Rörformade värmeisolering betecknas: A1_L, A2_L, B_L, C_L, D_L, E_L, F_L. Varor som medverkar till rökproduktion betecknas s1, s2, s3 och för bildning till brinnande droppar d0, d1, d2. Klasskraven för bärande konstruktioner skall tillämpas enligt *Tabell 6.2.1 i E1 av Finlands Byggbestämmelsesamling*.

3.1.5 Förhindrande av spridning av brand

Ventilationsrör och anordningar skall vara planerade så att de inte ökar spridning av brand eller rök. Ventilationsrörens väggar skall vara av byggnadsdelar med en klass minst A2-s1,d0. Vindar och hålrum skall vara uttänkta så att de inte bidrar till med att sprida brand eller rök eller att dessa ökar på grund av dem. Ytterväggar och balkonger skall också vara utformade så att de inte sprider brand. Klasskraven för invändiga ytor för att förhindra spridning av brand skall tillämpas i enighet med *Tabell 8.2.2 i E1 i Finlands Byggbestämmelsesamling*.

En byggnad skall vara skyddad så att den inte orsakar skador av närliggande byggnad. De skyddande delarna skall hindra att branden sprids till andra byggnader. Om avståndet mellan byggnader är mindre än 8 meter skall en brandmur användas. Klasskraven för brandmur med avseende på byggnadens brandklass och antal våningar kan ses nedan i *Tabell 1*.

Tabell 1. Klasskrav för brandmur.

TABELL 9.2.2		KLASSKRAV FÖR BRANDMUR			
		Byggnadens brandklass och antal våningar			
		P1 och P2, 3–8 våningar		P2, 1–2 vån.	P3
		Brandbelastning MJ/m ²			
		över 1 200	600–1 200	under 600	
Kolumn		1	2	3	4
BRANDMUR		EI-M 240	EI-M 180	EI-M 120	EI-M 120
					EI-M 60

(Tabell 9.2.2 ur EI (2011))

3.1.6 Utrymning i händelse av brand

I händelse av brand skall människor kunna utrymma byggnaden på ett säkert sätt. Det skall finnas tillräckligt många utgångar utgående från användningssätt och personantal och utgångarna skall vara lätt använda och tillräckligt rymliga. Utrymningsvägarna skall också vara tillräckligt bra markerade och det skall inte finnas hinder eller förvaras föremål på utrymningsvägarna som försvårar utrymningen. Avståndet till närmaste utgång bestäms utifrån från varje plats inne i ett utrymningsområde till närmaste möjliga utgång. Det maximala avståndet till utgång för olika användningssätt kan ses nedan i *Tabell 2*.

Tabell 2. Största längd till utgång.

TABELL 10.2.2	FÖRBINDELSEVÄGENS STÖRSTA LÄNGD TILL UTGÅNG
Användningssätt	Förbindelsevägens längd (m)
Bostäder	
– en utgång	30
– flera utgångar	45
Inkvarteringsutrymmen	30
Vårdinrättningar	30
Samlingslokaler och affärsutrymmen	
– i allmänhet	45
– butiker	30
Arbetsplatsutrymmen	
– i allmänhet	45
– endast en utgång	30
Produktions- och lagerutrymmen samt bilgarage	
– i allmänhet	45
– endast en utgång	30

(Tabell 10.2.2 ur E1 (2011))

I varje användningsutrymme skall det finnas i regel två utgångar. En utgång tillåts för bostäder samt arbetsplatsutrymmen som har en areal mindre än 300 m². Utrymmena skall dock ha en reservutgång. Som reservutgång räknas balkong eller fönster som kan användas för att rädda sig på egen hand eller med hjälp av brandkår. Om höjden till fönster eller balkong är över 3,5 meter måste en stege vara monterad för att säkerhetsställa en säker utväg. Fönster skall vara lätt öppningsbara.

Utgångens bredd bestäms utifrån antal personer inom utrymningsområdet. Utgångens bredd skall vara 1200 mm för ett område med 120 personer och utökas med 400 mm för varje 60 personer därefter. Om man installerar en hiss i efterskott får utgångsbredden minskas till 900 mm. Utgångens höjd skall vara minst 2100 mm. Ifall man inte vet antalet personer som bor i ett visst utrymningsområde kan man uppskatta antalet med hjälp av Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Personantal på basen av arealen.

TABELL 10.4.1 UPPSKATTNING AV PERSONANTAL PÅ BASEN AV AREALEN	
Användningssätt	lägenhetsareal (m ² /person)
Bostäder	10
Inkvarteringsutrymmen	10
Vårdinrättningar	10
Samlingslokaler och affärsutrymmen	
– i allmänhet	3
– nöjes-, konst- eller motsvarande samlingslokaler	1
Arbetsplatsutrymmen	10
Produktions- och lagerutrymmen	30

(Tabell 10.4.1 ur E1 (2011))

3.1.7 Släckning och rökventilation

En byggnad skall vara tillräckligt bra planerad så att de inte hindrar brand- och räddningsväsendets arbete. Släckningsvägarnas bredd skall minst vara 900 mm. Inga hinder eller föremål får finnas på släckningsvägarna. Släckningsvägarna skall vara planerade så att man kommer åt källarnivån utan att använda utrymningsvägarna. Det räcker vanligtvis med fönster till källaren för detta. Byggnadens alla utrymmen skall ha tillräcklig möjlighet till rökventilation. För de flesta användningsutrymmen fungerar dörr- och fönsteröppningar som rökventilation. Källarvåningen skall ha skilda rökventilation så att utrymmningutrymmen inte används för detta ändamål.

En byggnad skall utrustas med ett automatiskt släckningssystem vid behov. Ett automatiskt släckningssystem uppgift är att påbörja släckningen och hindra brandens spridning så att personer i byggnaden har mer tid att utrymma byggnaden. Den skall också fungera som ett inledande släckningssystem innan brandkåren anländer. Släckningssystemet reagerar på förhöjningar av temperaturen (typiskt 70 °C) som sedan utlöser systemet. En sprinkler är uppbyggd av en liten glasbehållare fylld med en viss sorts vätska som sedan sprängs då temperaturen blir för hög (se *Figur 6*).

Ifall en byggnad eller en viss brandcell inom byggnaden har ett automatiskt släckningssystem monterat kan vissa lättnader i andra brandföreskrifter tillåtas. Lättnaderna gäller inte för byggnader med 3–8 våningar som har brandklass P2. Planering av släckningsanläggning sker endast av enskilda personer med rätt utbildning och behörighet. Planeringen av släckningssystemet ingår inte i detta examensarbete.

Det finns flera olika typer av automatiska släckningssystem. Den traditionella varianten sprutar vatten som släcker branden. En sprinkel kan täcka en yta på 9–12 m². Den traditionella typen fungera så att den blöter ner objektet som brinner med vatten som sedan släcker branden. På grund av den mängd vatten den använder orsakar denna typ stor vattenskada. En traditionell sprinkler används i de flesta byggnader men de är olämpliga i sådana byggnader där vattnets påverkan kan förorsaka förrädiska konsekvenser.

En nyare version är en sprinkler som använder vattenånga med högtryck som släcker branden. Denna variant har många fördelar; den använder 1/10 av det vatten som det traditionella systemet använder, den orsakar mindre vattenskada och den kommer åt hela ytan, även under objekt. Brandkåren kan också göra sitt fastän sprinklern har utlösts. Vattenångan fungerar inte så att objektet som brinner blöts ned med vatten utan att vattenånga sänker temperaturen på objektet som sedan orsakar att branden slocknar. Denna används på de flesta byggnader, men den är olämpliga i sådana ställen där vattnet kan reagera med andra ämnen och orsaka farliga situationer. Marioff HI-FOG är ett sprinklersystem som fungerar med vattenånga.



Figur 5. Marioff HI-FOG sprinkler.



Figur 6. Sprinklermunstycke.

3.2 Hiss

Byggnadsbestämmelserna (GI (2005) 4.2.1) kräver att byggnader med tre eller flera våningar har en hiss monterad. Enligt bestämmelserna skall hissen gå till alla våningar och den skall även kunna gå ner till källarvåning och vindsvåning om där finns utrymmen som tjänar boendet. Hissens storlek skall lämpas sig för personer med rullstol. I listan nedanför (Tabell 4) kan man se vanliga typer av hissar och till vilka typer av hus de passar bäst.

Tabell 4. Hiss typer.

Konventionell linhiss	Snabb, höga lyfthöjder	Överliggande maskinrum på vindsplan eller tak
Linhiss (maskineri i schaktet)	Snabb, höga lyfthöjder	Maskineri i schaktet som är något förstorat för detta
Linhydraulhiss	Medelsnabb, för 4-5 våningar	Hydraulik som driver kolv med linsystem. Maskinskåp normalt på entréplan
Hydraulhiss	Långsam, för 2-3 våningar	Direktdrift med kolv, fördjupad hissgröp. Maskinskåp på entréplan
Skruvhiss	Relativt långsam, för 3-4 våningar	Maskinskåp på entréplan. Ett budgetalternativ

(<http://www.traguiden.se/tgtemplates/popup1spalt.aspx?id=1429>)

3.3 Skyddsrum

Den nya räddningslagen från 2011 (Räddningslag 379/2011 11 kap.) kräver att ett skyddsrum finns i byggnader där våningsytan är 1200 m² och högre.

3.4 Ljudisolering

Ett annat krav som byggnadsbestämmelserna sätter är krav på ljudisoleringen. Ljudisoleringen för de olika områdena skall vara tillräcklig så att både grannar och den närliggande miljön inte drabbas. Kraven i byggbestämmelserna är först och främst ämnat åt nybyggen. Vissa lätnader ges åt reparations- och ändringsobjekt. Kraven på ljudisolering för nybyggen kan ses i tabellen nedan. (CI Ljudisolering och bullerskydd i byggnad Tabell 2.1)

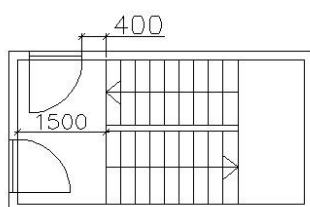
Luftljudsisoleringsstal R	dB
– Mellan bostadslägenhet och angränsande utrymmen i allmänhet	55
– Mellan bostadslägenhet och utgång till annan lägenhet med dörr emellan	39
– Bostadslägenhetens dörr till trapphus i lägst ljudklass	30
Stegljudsnivåtal L	dB
– Till kök eller annat bostadsrum från utrymmen som angränsar till bostadslägenhet i allmänhet	53
– Från utgång till bostadsrum	63
Största tillåtna efterklangstid i utgång	s
– I utgång med ingång till minst två lägenheter	1,3
Största tillåtna ljudnivå i bostad till följd av byggnads VVS- och elinstallationer och andra med dessa jämförbara anordningar	dB
– Kök	38
– Andra bostadsrum	33
Ljudnivån utanför byggnaden får vara högst	45

3.5 Bostäder

Bostadsplaneringen skall göras enligt *G1 (2005)* av Finlands Byggbestämmelsesamling. En bostadslägenhets golvyta får vara minst 20 m² och ett enskilt bostadsrums minsta yta 7 m². Våningshöjden får minst vara 3000 mm och rumshöjden minst 2500 mm. En liten del av bostadsrummet får vara lägre än 2500 mm men inte lägre än 2200 mm. All bostadshöjd som är mindre än 1600 mm räknas inte till bostadsyta. Alla bostadsrum skall ha fönster med en areal på 1/10 av bostadsrummets areal.

3.6 Förbindelseväg

Planering av förbindelseväg görs enligt *GI (2005)* av Finlands Byggbestämmelsesamling. Vid förflyttningssvägar skall rumshöjden vara minst 2100 mm. För en trappa som fungerar som utgång får trappans stighöjd högst vara 180 mm och dess stegdjup minst 270 mm. En ramp får ha en lutning på högst 8 % och längden får högst vara 6 m. Efter den maximala längden måste det finnas ett rakt vilplan med en minimi längd på 2000 mm. Avsatsen skall ha en minimi bredd på 1500 mm. Avstånd från dörr till trappa får högst vara 400 mm (se *Figur 6*). Ett räcke skall monteras ifall fallhöjden är större än 500 mm för att motverka risk för fall och felstigning.



Figur 8. Avsats mått

4 KRAVEN TILLÄMPAT PÅ STATIONSGATAN 48

4.1 Brandsbestämmelser

En byggnad beaktas alltid som helhet med tanke på brandbestämmelserna. Brandbestämmelserna är först och främst ämnade åt nybyggen men skall också tillämpas vid renovering- och ändringsobjekt. Stationsgatan kommer att få en tredje våning som är alltså ett nybygge men den resterande delen av huset beaktas som ett ändringsobjekt. För ändringsobjekt finns dock vissa lättnader som får tillämpas då det är frågan om ett äldre hus. Under möte och diskussioner med brandsynsingenjör Thomas Nyqvist har jag också fått detta bekräftat.

Stationsgatan 48 har tre olika användningsutrymmen; bostad-, kontor- och affärsutrymmen. Den planerade påbyggnaden kommer att öka husets två våningar till tre och byggnaden kommer att få en höjd på ca 12 meter. Byggnaden får en total våningsareal på max 900 m².

Jag har gjort en egen tabell utifrån brandbestämmelsesamlingen *E1 (2011)* där jag har listat de olika kraven och brandklasser för att lättare få en helhetsöversikt. Tabellen kan ses nedan (*Tabell 5*).

Tabell 5. Bestämning av brandklass.

Data	Tabell	Beskrivningar	P1	P2	P3
Våningsantal	E1: tab. 3.2.1	Byggnaden har 3 våningar => P2	Ingen begränsningar	Högst 8	Högst 2
Höjd	E1: tab. 3.2.1	H=12 m => P2	Ingen begränsningar	Högst 14 m	Ej tillåtet
Våningsareal	E1: tab. 3.2.1	Alla våningar är 300 m ² Totalt 900 m ² => P2	Ingen begränsningar	Högst 12 000 m ²	Ej tillåtet
Personantal	E1: tab. 3.2.2	Uppskattat personantal till 25 personer. => P2	Ingen begränsningar	Ingen begränsningar	Ingen begränsningar
Brandcellers area	E1: tab. 5.2.1	Alla lägenheter < 100 m ² Arbetsplatsutrymme 52 m ² Affärsutrymme 12 m ² =>P2	Bostäder sektioneras lägenhetsvis Affär- samt arbetsplatsutrymmen 2400 m ²	Bostäder sektioneras lägenhetsvis Affär- samt arbetsplatsutrymmen 2400 m ²	Bostäder sektioneras lägenhetsvis Affär- samt arbetsplatsutrymmen 400 m ²

Byggnaden består av bostäder, kontor och ett mindre affärsutrymme. Detta gör att byggnaden hör till brandbelastningsgruppen med brandbelastningsdensitet mindre än 600 MJ/m². Källarnivån består av förvaringsutrymmen, vilket gör att källaren hör till brandbelastningsgruppen minst 600 MJ/m² och högst 1200 MJ/m². Enligt brandbestämmelsesamling *E1 (2011)* kommer byggnaden att få brandklass P2. Med brandklass P2 skall byggnadens stomme och byggdelar med avseende på belastningsgrupperna fylla kravet R60 och källarvåningen R120. Byggnader med brandklass P2 kräver även att ett automatiskt släckningssystem monteras. Släckningssystemet skall täcka alla lägenheter samt trapphus i hela byggnaden. Släckningssystemet skall uppfylla kravet för klass 2 i standarden SFS-5980.

Stommen i byggnaden måste bestå av byggnadsmaterial av minst klass D-s2, d2. I praktiken betyder det här att byggnadens stomme kan vara av trävirke. Byggnadens isolering skall i så fall bestå av byggnadsvara av minst klass A2-s1, d0. Detta betyder att byggnadens isolering skall bestå av mineralull. Den bärande stommen i källarvåningen

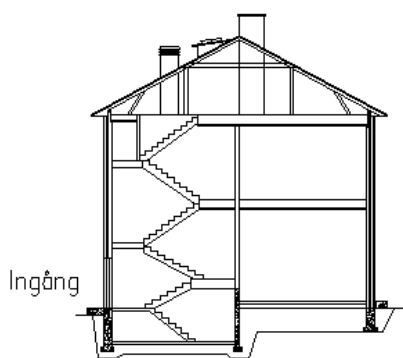
skall vara av byggnadsvara med en minst klass på A2-s1, d0 vilket menas att dess medverkan till brand är liten. För den bärande källarvåningen gäller det att den är av betong. Byggnadens invändiga ytor tillämpas i enighet med *Tabell 8.2.2 i E1*. Väggarnas och takens invändiga ytor skall vara av ett byggnadsmaterial med en klass minst B-s1, d0 för både bostäder och arbetsplatsutrymmen. I praktiken betyder detta att väggarna och taken skall vara beklädda med gipsskiva. Vägg- och takytorna får bekläs med material med klass D-s2, d2 ifall byggnaden har ett automatiskt släckningssystem installerat, men de skall även skyddas med byggvara med klass K₂10 av klass A2-s1, d0. Det här betyder att de invändiga vägg- och takytorna kan bestå av t.ex. träpanel men då måste det finnas en gipsskiva mellan träpanelen och stommen. Inga material krav ställs på golvet i någotdera av byggnadens användningssätt.

Ytterväggens utsida skall vara av byggnadsvara med minst klass B-s2, d0. Detta betyder att den bör bestå av material som inte medverkar till brand vilket betyder en rappad fasad. I enighet med *Tabell 8.3.4 i E1 (2011)* skall utsidan av ventilationsluftspalt förses med byggnadsvara med minst klass B-s2, d0 och insidan av ventilationsluftspalt med minst klass A2-s1, d0. Vissa lättnader till de senaste nämnda kan ges ifall byggnaden förses med ett automatiskt släckningssystem. Trapplopp och trappavsatser skall uppfylla kravet R 30 för brandbelastningar lägre än 600 MJ/m² och förses med skyddsbeklädnad med en klass på minst A2-s1, d0. Utgångars tak och väggar skall uppfylla kravet A2-s1, d0 och dess golv D_{FL}-s1. För trapplopp och trappavsatser samt utgångars tak och väggar betyder det här skyddsbeklädnad av gips. Kravet D_{FL}-s1 på golvmaterial betyder att det kan bestå av golvplankor, parkett eller liknande.

Som nämndes tidigare är brandbestämmelserna i första tag ämnade åt nybyggen, men de ska även tillämpas vid renovering- och ändringsobjekt. De flesta kraven som ställs på byggnaden är relativt lätta att åstadkomma. En automatisk släckningsanläggning kommer man inte undan och inte heller de krav som ställs på stommen. Det största problemet är dock byggnadens isolering som ju var av kutterspån. Kutterspån är mycket lättantändligt och det är rekommenderat att man byter ut det till en mer brandbeständig variant. Det finns som tidigare nämnt lättnader vid ändringsobjekt och man kan komma undan att byta ut isoleringen med att man inkapslar den befintliga isoleringen. Detta kan göras med tilläggsisoleringen eller skivor. Det här är dock inte alltid att rekommendera.

4.2 Hiss

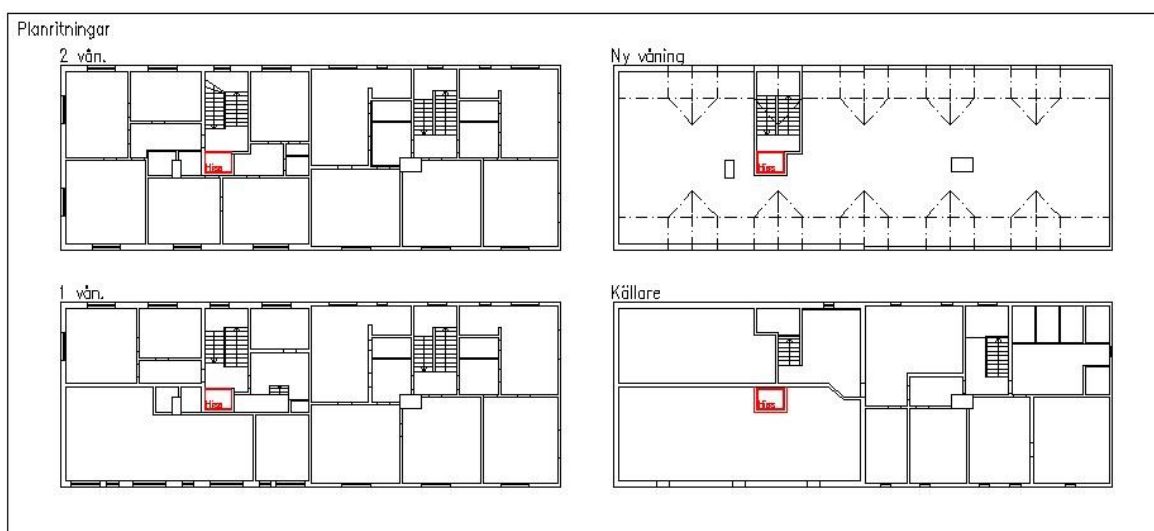
Med en påbyggnad av tredje våning krävs det att en hiss monteras. Detta blir aning problematiskt i denna byggnad. Problemet är att mellanvåningarna ligger vid ytterväggen och att man går upp en halv våning för att komma till första våningen (se *Figur 8*). Därmed måste hissen byggas inne i byggnaden och inte på utsidan som annars skulle vara lättast. Hissen måste även gå ner till källarnivå eftersom det där finns tvättmöjligheter och förvaringsutrymmen.



Figur 9: Skärning

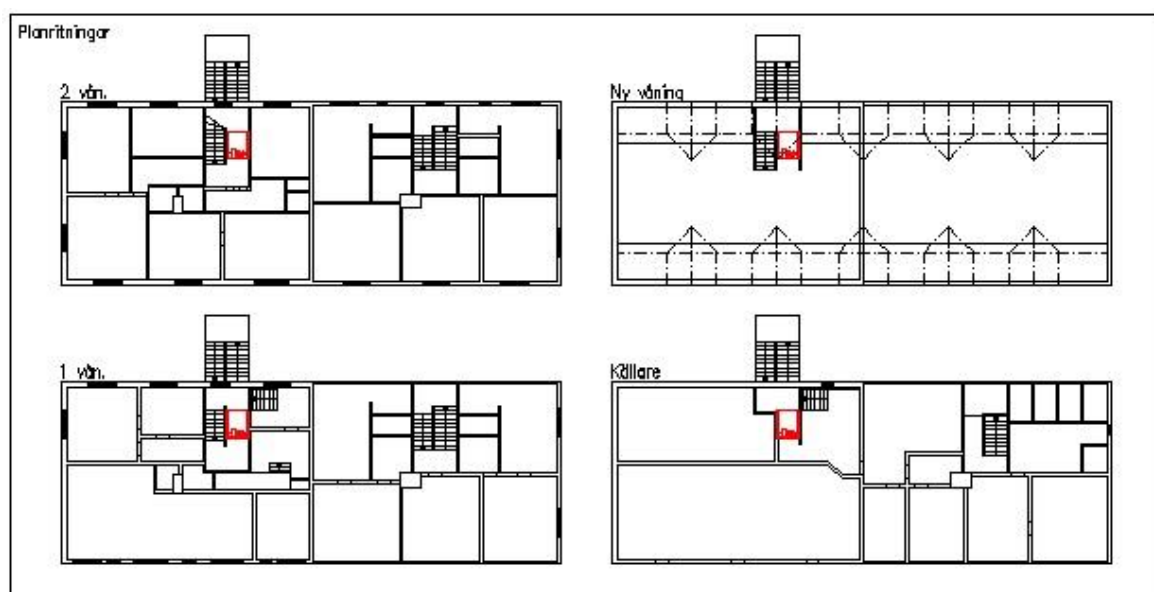
Planen är den att endast det södra trapphuset kommer att gå ända upp till tredje våning (se *Figur 10*) (Hissen markerad i rött). Det norra trapphuset kommer alltså inte att gå upp till tredje våningen, men det kommer fortsättningsvis att gå till första och andra våningen. Ingång till tredje våning sker alltså vid södra delen. Genom att stänga av norra trapphuset får man mer bostadsyta. Jag har funderat och planerat två olika alternativ som skulle vara möjliga till just denna typ av byggnad.

Det första alternativet är att man placerar hissen inne i byggnaden. Hissen skulle placeras direkt intill trapphuset (se *Figur 10*) (Hissen markerad i rött). Detta skulle vara ett bra alternativ eftersom byggnadens utseende utifrån sett inte ändras på grund av hissen. Nackdelen är att det skulle innebära att man är tvungen att köpa en andel av de boendes bostadsareal och planera om lägenhetsarealen. Detta kan vara olämpligt men ifall det lyckas är detta det bättre alternativet.



Figur 10. Hissplacering för alternativ 1.

Det andra alternativet skulle vara att lägga in hissen i trapphuset. Då blir man tvungen att planera om trapphuset. Trappan till första våningen skulle gå upp endast till den våningen. Man skulle sedan vara tvungen att lägga en ny trappa på utsidan av huset som skulle gå till andra och tredje våningen. Resten av den gamla trappan skulle nermonteras. Hissen skulle placeras till vänster om trappan (se *Figur 11*) (Hiss markerad i rött) och den skulle ha ingång/utgång på två sidor. Dörr och trappa till källare skulle flyttas till vänster om hissen så att den går ner längs husets utsida.



Figur 11. Hissplacering för alternativ 2.

Det finns många olika hissalternativ som lämpar sig för denna typ av byggnad. Eftersom byggnaden är relativt liten behöver inte hissen vara av större modell. Kones hemsida presenterar flera olika bra alternativ som skulle passa till denna sortens byggnad. I denna byggnad skulle det vara mest lämpligt med en hydraulhiss.

4.3 Skyddsrum

Skyddslagen säger att byggnader som är 1200 m² och större skall ha ett skyddsrum i byggnaden. Den befintliga byggnaden har en våningsyta på 600 m² plus källare. En eventuell påbyggnad skulle ge huset en ökning på max 300 m² (ifall det blir en hel våning). Den totala våningsytan skulle då bli 900 m². Byggandet av skyddsrum är därmed inte aktuell.

4.4 Ljudisolering

Ljudisoleringen för den nya våningen tillämpas enligt *Tabell 2.1 i C1* av Finlands Byggbestämmelsesamling. För den resterande byggnaden skall även denna tabell tillämpas men ljudisoleringskraven är inte lika stränga för äldre byggnader. För renoverings- och ändringsobjekt skall ändå ljudisoleringskraven enligt *C1* av Finlands Byggbestämmelsesamling tillämpas så gott det går.

5 BERÄKNINGAR

5.1 Utgångsdata

Hållfasthetsberäkningarna har jag gjort för hand, men har också använt mig av olika Excel-program för att bekräfta mina beräkningar. Programmen som jag har använt mig av har jag delvis fått från Puuinfos hemsida, men också från skolan där de har tagits fram under konstruktionskurserna. Beräkningarna har gjorts enligt Eurokodernas regler. Jag har nedan redogjort vilka resultat jag har kommit till. Alla beräkningar har jag sedan renskrivit i MathCAD och bifogat till detta examensarbete.

Stommen består alltså av 50x100 mm:s reglar med ett centrumavstånd på 600 mm, både i ytterväggen samt i mellanväggen. Nyttolasterna som verkar på byggnaden har jag fått från Eurokoden: Ett värde för snölasten och vindlasten fås enligt området i Finland där byggnaden är belägen. Snölasten storlek är därtill beroende av taklutningen. Vindlasten är också beroende av vilken sorts terrängtyp byggnaden är i. Nyttolasten på golven fås ur en tabell i EC5 och är beroende av vilken typ av byggnad det är frågan om. Egenvikterna på väggarna, bjälklagen samt taket har jag beräknat av vikterna på materialet.

Byggnaden är belägen i Vasa och har en taklutning på 40°. Då får den en snölast på 1,2 kN/m². Området där byggnaden är belägen hör till terrängtyp 4 och höjden på byggnaden är 12 m. Därmed får jag en vindlast på 0,36 kN/m². Bostadsutrymmenas golv har en nyttolast på 2,0 kN/m². Egenvikten på yttervägg blir 3,3 kN/m², för mellanvägg 0,95 kN/m², för bjälklagen 1,3 kN/m² och för taket 0,8 kN/m².

5.2 Utan förstärkningar

I beräkningarna har jag dimensionerat mot knäckning och stämpeltryck. På grund av reglarnas dimensioner är det de som är den svagaste länken och det är de som blir avgörande. För ytterväggen har jag beräknat med tre olika lastfall: Full snölast, ingen vindlast; Full vindlast + snölast (70 %); Full snölast + vindlast (60 %). I alla lastfall får jag en utnyttjande med beaktande av knäckning på över 200 % och med beaktande av stämpeltryck 260 %. För mellanväggen får jag med beaktande av knäckning en utnyttjandegrad på 250 % och med beaktande av stämpeltryck hela 310 %. Dimensionerna på reglarna är därmed för små och håller inte den tyngd en tredje våning påför. Förstärkning av stommen är därmed oundviklig.

5.3 Med förstärkningar

Stål har en mycket hög hållfasthet och stålpelare klara av mycket vikt med ett stort centrumavstånd. Stålpelarna skulle placeras på betongplattan på marknivå och sträcka sig upp till det nya bjälklaget. Stålpelarna skulle därmed få en längd på 7 m. Liksom i träreglarna är det också knäckningen som blir avgörande här. Till pelarna har jag valt att

använda kallvalsade kvadratiske rörprofiler. Till både ytter- och mellanväggarna har pelarna dimensionerna 120x120x8 mm. Med ett centrumavstånd på 5,5 m för ytterväggspelarna får de en utnyttjandegrad med avseende på knäckning 71 %. Mellanväggspelarna med centrumavstånd 4 m får 94 %. Stålpelarna i både ytter- och mellanväggarna klarar av den tyngd som påförs med en knäcklängd på 7 m. Utnyttjandegraden med den knäcklängden (särskilt för mellanväggspelarna) blir dock ganska hög med tanke på att det är frågan om ett gammalt hus och därmed mer osäkerheter. Ifall det skall vara frågan om ett nybygge skulle utnyttjandegraden vara mycket bra. Därför är det rekommenderat att man minskar på knäcklängderna för att få en mindre utnyttjandegrad och därmed en större säkerhetsmarginal. Pelarna skulle sedan spännas fast med lämplig fotplåt samt lämpliga bultar i betongplattan. Mina beräkningar har jag som bifoga.

Stålpelarna kan monteras på flera olika sätt. Ett av de två alternativen i detta projekt är att montera stålpelare in i väggen, en annan är att placera de på insidan intill väggen. Det första alternativet har den fördelen att pelarna försvinner in i väggen och påverkar inte rumsutrymmen. Nackdelen är att man måste riva väggen för att montera pelarna samt att pelarna måste gå igenom hammarbandet och detta kan vara olämpligt. Ett annat alternativ skulle vara att placera pelarna intill väggen. Detta har fördelen att man inte måste in i väggen alls men nackdelen är den att rumsutrymmet minskas lite och detta kanske inte passar de boende. Också om man lägger pelarna intill väggen skulle man vara tvungen att placera de intill ett hörn för att få ökat stöd. Ifall påbyggnaden får godkänt och går framåt med planerna kommer fasaden eventuellt att förnyas på samma gång. Detta bör man också beakta då man funderar kring placeringen av pelarna eftersom man då kan komma lättare in i väggarna.

6 SKISSER OCH ALTERNATIV

Under planeringens gång har jag funderat på två olika alternativ för hur en påbyggnad skulle se ut. I detta kapitel har jag presenterat de två olika alternativ och infogat ritningar som jag gjort i AutoCAD.

Det första alternativet (*Figur 9*) visar att man byter ut takkonstruktionen och ökar på taklutningen till ungefär 38 grader. Byggnadshöjden kommer att öka från 10,5 m till 12 meter. Med detta alternativ ändrar inte husets utseende så mycket och den passar bra till omgivningen. Denna ökning ger tredje våningen en rumsbredd på ca 6,7 m. Det kommer även att byggas ett antal taklyktor för att få ökat kvadrat. Detta alternativ är mer sannolikt att få tillstånd att bygga, eftersom området där byggnaden är belägen består av liknande byggnader.



Figur 9. Fasadritning för alternativ 1.

Det andra alternativet (*Figur 10*) är att man höjer på hammarbandet för att få en maximalt utnyttjad rumshöjd i påbyggnaden. Rumsbredden blir maximalt, alltså 10,5 meter. Den ökade kvadratyta ger i sin tur eventuellt mer lägenhetsyta. Det kan dock komma motsättningar från byggnadstillsynen och -planeringen som stoppar detta alternativ på grund av ökad byggnadshöjd och kraftiga ändringar i utseende.



Figur 10. Fasadritning för alternativ 2.

7 RESULTAT OCH DISKUSSION

Resultatet av detta examensarbete blev en kartläggning och planering av en eventuell påbyggnad på en gammal byggnad med trästomme. Arbetets tre delar har bestått av granskning, studier av myndigheters krav samt hållfasthetsberäkning. I granskningsdelen har jag klargjort hur den befintliga byggnadens konstruktion ser ut och det har visats sig att det finns en stor del variation i byggnaden på grund av att den är byggd på två olika tider. Jag har även klargjort vilka krav som myndigheterna ställer på byggnaden. Myndigheternas krav på byggnaden utgör den största delen av examensarbetet men det är också den viktigaste. Med en tredje våning tillkommer många nya krav som måste uppfyllas. Till de två största kraven som ställs på detta projekt är att montering av hiss är oundviklig samt att byggnaden måste förses med ett automatiskt släckningssystem för att uppfylla brandkraven. I hållfasthetsberäkningarna har jag påvisat att byggnaden inte klarar av den vikt en eventuell tredje våning skulle påföra. Jag har därmed gjort förstärkningsberäkningar av stål som möjliggör byggandet av tredje våning. Det resultat man kom fram till ger en uppfattning om hur stort projekt en påbyggnad av tredje våning är.

På grund av att examensarbetet skulle bli för omfattande har vissa centrala delar för att utföra projektet utelämnats. I examensarbetet har jag klargjort ifall en påbyggnad är möjlig,

men själva planeringen av utförandet och kostnadskalkylen har uteblivit. Det krävs också en noggrannare konditionsgranskning av byggnaden innan projektet kan förverkligas. Jag har i alla fall lyft fram de viktigaste delarna och gjort grundarbetet för projekteringen av påbyggnaden.

Detta examensarbete har varit mycket lärorikt och givande. Jag har fått använda mig av tidigare kunskaper, men också fått lära mig många nya saker. Genom att studera Finlands Byggbestämmelsesamling har man fått en bredare uppfattning och förståelse för den och dess betydelse. Det man lärde sig om i både stål- och träkonstruktionskurserna i skolan har varit till stor hjälp och det har varit mycket lärorikt att få använda kunskapen i praktiken. Till sist vill jag tacka beställare Mathias Smeds för möjligheten att utföra examensarbetet i detta projekt samt tacka min handledare Allan Andersson för den hjälp och handledning jag fått.

8 KÄLLFÖRTECKNING

EN1993-1-1 *Eurokod 3: Dimensionering av stålkonstruktioner –
Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader*

EN1993-1-5 *Eurokod 3: Dimensionering av stålkonstruktioner –
Del 1-5: Plåtbalkar*

EC1995-1-1 *Eurokod 5: Dimensionering av träkonstruktioner –
Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader*

Finlands Byggbestämmelsesamling C1 (1998). *Ljudisolering och bullerskydd i byggnad, föreskrifter och anvisningar*. Helsingfors: Miljöministeriet

Finlands Byggbestämmelsesamling E1 (2011). *Byggnaders brandsäkerhet, föreskrifter och anvisningar*. Helsingfors: Miljöministeriet

Finlands Byggbestämmelsesamling G1 (2005). *Bostadsplanering, föreskrifter och anvisningar*. Helsingfors: Miljöministeriet

Räddningslag 29.4.2011/379

<http://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2011/20110379> (Hämtat: 15.1.2014)

Markanvändnings- och bygglag 5.2.1999/132

<http://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1999/19990132> (Hämtat: 15.1.2014)

Kone (2014): *KONEen hissiratkaisut*

<http://www.kone.fi/hissit/hissiratkaisut/> (Hämtat: 31.1.2014)

Marioff. (2014). *Why HI-FOG?*

<http://www.marioff.com/water-mist/why-hi-fog> (Hämtat: 22.1.2014)

Miljöministeriet (2003). *Byggnaders brandsäkerhet & Brandsäkerhet vid reparationsbyggande*. Helsingfors: Miljöministeriet

Puuinfo.(2014). *Kerrostalojen asuntosprinklaus*

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/puukerrostalo/kerrostalojenasuntosprinklausweb.pdf> (Hämtat: 22.1.2014)

Puuinfo.(8.12.2011). *Sprinklaus pakolliseksi asuinkerrostaloihin*

<http://www.puuinfo.fi/ajankohtaista/sprinklaus-pakolliseksi-asuinkerrostaloihin> (Hämtat: 22.1.2014)

Puuinfo. (mars 2010). *EC5 Sovelluslaskelmat Asuinrakennus*.

<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/eurokoodit-ja-standardit/ec5-sovelluslaskelmat-asuinrakennus/ec5-sovelluslaskelmat-asuinrakennus0.pdf> (Hämtat: 5.2.2014)

Puuinfo. (2014). *Beräkningsexempel*.

<http://www.traguiden.se/TGtemplates/PageTwoColumn.aspx?id=185> (Hämtat: 5.2.2014)

RT-kortisto *RT 63–11096. Sammutuslaitteistot. (2012)*

RT 88–11018. Portaatt ja luiskat. (2011)

RT 88–11013. Hissitilat. (2010)

RT 88–11038. Hissit, valintaohje. (2011)

Ruukki (2012). *Rakennepuut EN 1993- käsikirja 2012*. Keuruu: Ruukki

Ruukki (2010). *Hitsatut profiilit EN 1993- käsikirja*. Keuruu: Ruukki

Stålbyggnadsinstitutet (2008). *Stålbyggnad*. Stockholm: Stålbyggnadsinstitutet

Träguiden. (2014). *Hiss*

<http://www.traguiden.se/tgtemplates/popup1spalt.aspx?id=1429> (Hämtat: 31.1.2014)

Tukes. (2014). *Släckanläggningar*

<http://www.tukes.fi/sv/Tjanstomraden/Anordningar-inom-raddningsvasendet-/Slackanlaggningar-och-brandlarmanlaggningar/> (Hämtat:22.1.2014)

Österbottens räddningsverk. *Brandklasser.*

http://www.pohjanmaanpelastuslaitos.fi/Pa_svenska/Sakerhetstjanster/Konstruktiv_brandsakerhet/Brandklasser (Hämtat: 10.1.2014)

1. Bakgrund

Byggnadens stomme består av 2x4 tums reglar med ett centrumavstånd på 0,6 meter. I dessa beräkningar har jag föreställt mig vad en tredje vånings påför och kontrollerat ifall stommen klarar av vikten. Det är knäckning och stämpeltryck som är avgörande.

Nyttolasterna har tagits fram enligt EC5. Egenvikter har jag tagit fram genom vikterna på de material konstruktionen består av.

Huset är 28,5 meter långt och 10,5 meter brett. Höjden tillnocken är 12 meter och höjden till tak är 7,6 meter.

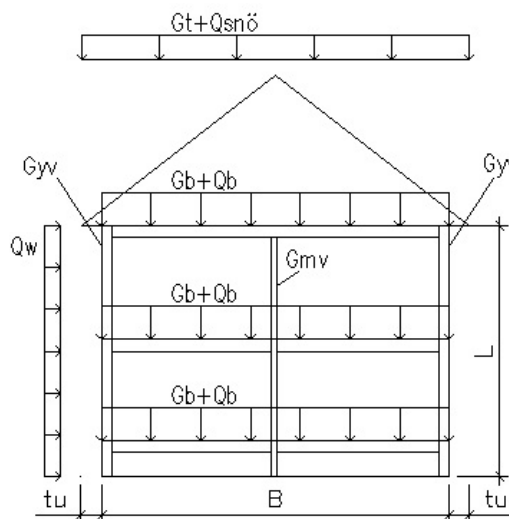
Alla träberäkningar är gjorda enligt EC5. Stålberäkningar är gjorda enligt EN1993-1-1 och EN1993-1-5.

Husets mått

Husets bredd $B := 10.5\text{m}$

Takutskift $t_u := 0.6\text{m}$

Vägghöjd $L := 7.6\text{m}$



Stommen

Stommen består av 50x100 reglar med beräknat träkvalitet C24

$h := 0.100\text{m}$

$b := 0.050\text{m}$

Centrumavstånd på reglarna $cc := 0.6\text{m}$

Trækvaliteten C24 av massivt trä fås karakteristiska hållfastheter ur Tabell 3.3:

Böjning $f_{mk} := 24\text{MPa}$

Tryck $f_{ck} := 21\text{MPa}$

Koefficient med avseende på tidsklass och trämaterial enligt Tabell 3.1:

$$k_{\text{mod}} := 0.8$$

Partialkoefficient för massivt virke enligt Tabell 2.7 $\gamma_m := 1.4$

2. Hållfastheter

$$\text{Böjhållfasthet} \quad f_{md} := \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} \quad f_{md} = 13.7 \text{ MPa}$$

$$\text{Tryckhållfasthet} \quad f_{cd} := \frac{k_{mod} \cdot f_{ck}}{\gamma_m} \quad f_{cd} = 12 \text{ MPa}$$

3. Laster

Egenvikter (såsom bild ovan)

$$\text{Tak} \quad G_t := 0.8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Bjälklag} \quad G_b := 1.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Yttervägg} \quad G_{yv} := 3.3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Mellanvägg} \quad G_{mv} := 0.95 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nyttolaster (såsom bild ovan)

Snölast

Byggnaden är belägen i Vasa och därmed fås ur EC5 figur 2.1: $q_{snö} := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Byggnaden har en taklutning på 40 grader och därmed fås ur figur 2.2 en formfaktor μ : $\mu := 0.6$

Snölasten blir då: $Q_{snö} := q_{snö} \cdot \mu$

$$Q_{snö} = 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vindlast

Byggnaden befinner sig i område med terrängtyp 4 och höjden på byggnaden är 12 meter. Ur figur 2.8 fås då:

$$\text{Vindlast} \quad Q_w := 0.36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$c_f := 1.3$$

c_f är byggnadens formfaktor och är lika med 1,3 för en sluten byggnad enligt Tabell 2.6 i EC5.

Nyttolast på bjälklag

Enligt tabell 2.4 fås värden för vanligt förekommande nyttolaster. Får därmed ett värde för nyttolast på bjälklag:

$$\text{På bjälklag} \quad Q_b := 2.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Till näst gäller det att ta ut de olika lastfallen för ytterväggen samt mellanväggen.

4. Kontroll av ytterväggsreglar

- Tre lastfall:
1. Full snö, ingen vind, medellång varaktighet
 2. Full vind + snö (70 %), momentan varaktighet
 3. Full snö + vind (60 %), momentan varaktighet

Lastfall 1: Full snö, ingen vind, medellång varaktighet

$$p_d := (1.15 \cdot G_t + 1.5 \cdot Q_{\text{snö}}) \cdot \left(t_u + \frac{B}{2} \right) + (1.15 \cdot 3 \cdot G_b + 1.5 \cdot 3 \cdot Q_b) \cdot \frac{B}{4} + (1.15 \cdot G_{y_v} \cdot L)$$

$$p_d = 80.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Per väggregel blir det då $N_{Ed} := p_d \cdot cc \quad N_{Ed} = 48.1 \text{ kN}$

Knäckning

För att dimensionera mot knäckning behövs följande

$$i := \frac{h}{\sqrt{12}} \quad \text{där } i \text{ är tvärsnittets böjradie} \\ h \text{ är tvärsnittets kantmått i knäckningens riktning}$$

$$i = 0.029 \text{ m}$$

Knäcklängden är regellängden inkluderat syll och hammarband $l := 2700 \text{ mm}$

$$\lambda := \frac{l}{i} \quad \lambda = 93.531 \quad \text{där } \lambda \text{ är tvärsnittets slankhet}$$

Figur 5.5 ger knäckningsfaktorn $k_c := 0.37$

Arean på tvärsnittet $A := b \cdot h \quad A = 0.005 \text{ m}^2$

Tryckspänningen fås då $\sigma_{cd} := \frac{N_{Ed}}{A}$

$$\sigma_{cd} = 9.6 \text{ MPa}$$

Skall påvisas att $\frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{cd}} \leq 1 \quad \frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{cd}} = 2.2$

Utnyttjandegraden med hänsyn till normalkraft $\eta := \frac{2.166}{1} \quad \eta = 217\%$

Lastfall 2: Full vind + snö (70 %), momentan varaktighet

$$p_d := \left(1.15 \cdot G_t + 1.5 \cdot 0.7 \cdot Q_{snö} \right) \left(t_u + \frac{B}{2} \right) + \left(1.15 \cdot 3 \cdot G_b + 1.5 \cdot 3 \cdot 0.7 \cdot Q_b \right) \cdot \left(\frac{B}{4} \right) \dots \\ + \left(1.15 \cdot G_{yv} \cdot L \right)$$

$$p_d = 69.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Per väggregel blir då $N_{Ed} := p_d \cdot cc \quad N_{Ed} = 41.9 \text{ kN} \quad l = 2.7 \text{ m}$

Vindlasten blir $w_k := c_f \cdot Q_w \cdot cc \quad w_k = 0.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$w_d := 1.5 \cdot w_k \quad w_d = 0.42 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Momente $M_{Ed} := \frac{w_d \cdot l^2}{8} \quad M_{Ed} = 0.38 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Knäckning

För att dimensionera mot knäckning behövs följande

$i := \frac{h}{\sqrt{12}}$ där i är tvärsnittets böjradie
 h är tvärsnittets kantmått i knäckningens riktning

$$i = 0.029 \text{ m}$$

Knäcklängden är regellängden inkluderat syll och hammarband $l := 2700 \text{ mm}$

$\lambda := \frac{l}{i} \quad \lambda = 93.531$ där λ är tvärsnittets slankhet

Figur 5.5 ger knäckningsfaktorn $k_c := 0.37$

Arean på tvärsnittet $A := b \cdot h$ $A = 0.005 \text{ m}^2$

Tryckspänningen fås då $\sigma_{cd} := \frac{N_{Ed}}{A}$
 $\sigma_{cd} = 8.4 \text{ MPa}$

Böjmotståndet fås $W_{Ed} := \frac{b \cdot h^2}{6}$ $W_{Ed} = 8.33 \times 10^{-5} \cdot \text{m}^3$

Kantspänningen fås då $\sigma_{md} := \frac{M_{Ed}}{W_{Ed}}$ $\sigma_{md} = 4.6 \text{ MPa}$

Skall påvisas att $\frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{cd}} + \frac{\sigma_{md}}{f_{md}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{cd}} + \frac{\sigma_{md}}{f_{md}} = 2.225$

Utnyttjandegraden med hänsyn till normalkraft och moment

$$\eta := \frac{2.225}{1} \quad \eta = 223\%$$

Lastfall 3: Full snö + vind (60 %), momentan varaktighet

$$p_d := \left(1.15 \cdot G_t + 1.5 \cdot Q_{\text{snö}} \right) \cdot \left(tu + \frac{B}{2} \right) + \left(1.15 \cdot 3 \cdot G_b + 1.5 \cdot 3 \cdot Q_b \right) \cdot \frac{B}{4} + \left(1.15 \cdot G_{yv} \cdot L \right)$$

$$p_d = 80.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Per väggregel blir då $N_{Ed} := p_d \cdot cc$ $N_{Ed} = 48.1 \text{ kN}$

Vindlasten blir $w_d := \left(1.5 \cdot 0.6 \cdot w_k \right)$ $w_d = 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Momente $M_{Ed} := \frac{w_d \cdot l^2}{8}$ $M_{Ed} = 0.23 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Knäckning

För att dimensionera mot knäckning behövs följande

$$i := \frac{h}{\sqrt{12}} \quad \text{där } i \text{ är tvärsnittets böjradie}$$

h är tvärsnittets kantmått i knäckningens riktning

$$i = 0.029 \text{ m}$$

Knäcklängden är regellängden inkluderat syll och hammarband $l := 2700 \text{ mm}$

$$\lambda := \frac{l}{i} \quad \lambda = 93.531 \quad \text{där} \quad \lambda \text{ är tvärsnittets slankhet}$$

Figur 5.5 ger knäckningsfaktorn $k_c := 0.37$

$$\text{Arean på tvärsnittet} \quad A := b \cdot h \quad A = 0.005 \text{ m}^2$$

$$\text{Tryckspänningen fås då} \quad \sigma_{cd} := \frac{N_{Ed}}{A} \quad \sigma_{cd} = 9.6 \text{ MPa}$$

$$\text{Böjmotståndet fås} \quad W_{Ed} := \frac{b \cdot h^2}{6} \quad W_{Ed} = 8.333 \times 10^{-5} \cdot \text{m}^3$$

$$\text{Kantspänningen fås då} \quad \sigma_{md} := \frac{M_{Ed}}{W_{Ed}} \quad \sigma_{md} = 2.8 \text{ MPa}$$

$$\text{Skall påvisas att} \quad \frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{cd}} + \frac{\sigma_{md}}{f_{md}} \leq 1 \quad \frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{cd}} + \frac{\sigma_{md}}{f_{md}} = 2.368$$

Utnyttjandegraden med hänsyn till normalkraft och moment

$$\eta := \frac{2.368}{1} \quad \eta = 237\%$$

Stämpeltryck

$$\text{Skall påvisas att} \quad \sigma_{c90d} \leq k_{c_} \cdot f_{c90d}$$

där σ_{c90d} är stämpeltrycket

$k_{c_}$ är en stämpeltrycksfaktor

f_{c90d} är tryckhållfastheten vinkelrätt mot fiberriktningen

$$\text{Stämpeltrycke} \quad \sigma_{c90d} := 9.618 \text{ MPa} \quad (\text{enligt tidigare})$$

$$f_{c90k} := 2.5 \text{ MPa} \quad \text{för massivt trä C24}$$

$$\text{Tryckhållfastheten} \quad f_{c90d} := \frac{k_{mod} \cdot f_{c90k}}{\gamma_m} \quad f_{c90d} = 1.429 \text{ MPa}$$

För att få stämpeltrycksfaktor behövs följande:

$$\text{Kontaktytans längd} \quad l := 50 \text{ mm}$$

Stämpelfaktor $k_{c90} := 1.25$ för massivt trä

Effektiv längd $l_{ef} := \min \left(1 + 30 + a, 1 + 30 + 30, 1 + 1, 1 + \frac{l_1}{2} \right)$

$$l_{ef} := 100\text{mm}$$

Stämpeltrycksfaktorn blir då $k_{c-} := \frac{l_{ef} \cdot k_{c90}}{l}$ $k_{c-} = 2.5$

Kravet $\delta_{c90d} \leq k_{c-} \cdot f_{c90d}$

$$9.618\text{MPa} \leq 2.5 \cdot 1.43\text{MPa}$$

$$9.618\text{MPa} > 3.58\text{MPa}$$

Utnyttjandegraden med hänsyn till stämpeltrycket

$$\eta := \frac{9.618}{3.58} \quad \eta = 269\%$$

5. Kontroll av mellanväggsreglar

Ett lastfall: Full snö, ingen vind, medellång varaktighet

$$p_d := \left(1.15 \cdot 3 \cdot G_b + 1.5 \cdot 3 \cdot Q_b \right) \cdot \frac{B}{2} + \left(1.15 \cdot G_t + 1.5 \cdot Q_{\text{snö}} \right) \cdot \frac{B}{2} + \left(1.15 \cdot G_{\text{mv}} \cdot L \right)$$

$$p_d = 93.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Per väggregel blir det då $N_{Ed} := p_d \cdot cc$ $N_{Ed} = 56\text{kN}$

Knäckning

För att dimensionera mot knäckning behövs följande

$$i := \frac{h}{\sqrt{12}} \quad \text{där } i \text{ är tvärsnittets böjradie}$$

$$h \text{ är tvärsnittets kantmått i knäckningens riktning}$$

$$i = 0.029\text{m}$$

Knäcklängden är regellängden inkluderat syll och hammarband $l := 2700\text{mm}$

$$\lambda := \frac{l}{i} \quad \lambda = 93.531 \quad \lambda \text{ är tvärsnittets slankhet}$$

Figur 5.5 ger knäckningsfaktorn $k_c := 0.37$

Arean på tvärsnittet $A := b \cdot h$ $A = 0.005 \text{ m}^2$

Tryckspänningen fås då $\sigma_{cd} := \frac{N_{Ed}}{A}$ $\sigma_{cd} = 11.2 \text{ MPa}$

Skall påvisas att $\frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{cd}} \leq 1$ $\frac{\sigma_{cd}}{k_c \cdot f_{cd}} = 2.524$

Utnyttjandegraden med hänsyn till normalkraft

$$\eta := \frac{2.524}{1} \quad \eta = 252\%$$

Stämpeltryck

Skall påvisas att $\sigma_{c90d} \leq k_{c-} \cdot f_{c90d}$
 där σ_{c90d} är stämpeltrycket
 k_{c-} är en stämpeltrycksfaktor
 f_{c90d} är tryckhållfastheten vinkelrätt mot fiberriktningen

Stämpeltrycke $\sigma_{c90d} := 11.2 \text{ MPa}$ (enligt tidigare)

Tryckhållfastheten $f_{c90d} := \frac{k_{mod} \cdot f_{c90k}}{\gamma_m}$ $f_{c90d} = 1.4 \text{ MPa}$

För att få stämpeltrycksfaktor behövs följande:

Kontaktytans längd $l := 50 \text{ mm}$

Stämpelfaktor $k_{c90} := 1.25$ för massivt trä

Effektiv längd $l_{ef} := \min \left(l + 30 + a, l + 30 + 30, l + 1, l + \frac{l_1}{2} \right)^{\blacksquare}$

där a är avståndet till balkens kant som är mycket stort
 l_1 är avståndet mellan reglarna som är 600 mm

$$l_{ef} := 100 \text{ mm}$$

Stämpeltrycksfaktorn blir då $k_{c-} := \frac{l_{ef} \cdot k_{c90}}{l}$ $k_{c-} = 2.5$

$$\text{Kravet} \quad \sigma_{c90d} \leq k_{c_} \cdot f_{c90d}$$

$$11.206 \text{MPa} \leq 2.5 \cdot 1.43 \text{MPa}$$

$$11.206 \text{MPa} > 3.58 \text{MPa}$$

Utnyttjandegraden med hänsyn till stämpeltrycket

$$\eta := \frac{11.206}{3.58} \quad \eta = 313\%$$

Man kan härmed konstatera att väggreglarna inte klarar av det tyngd som en tredje våning påför och man måste därmed förstärka med lämpligt material. Jag har här använt mig av ståpelare.

6. Förstärkning

Förstärkning med ståpelare

- ståpelare tar övre (nya) bjälklagets samt takets vikt
- ståpelarna måste stäcka sig 7 meter, alltså från betongplattan på första våningen till det nya bjälklaget
- jag har använt mig av ett Excel-program för att få fram en lämplig profil

$$\text{Stålkvalitet S355} \quad f_y := 355 \text{MPa}$$

$$\varepsilon := \left(\frac{235 \text{MPa}}{f_y} \right)^{0.5} \quad \varepsilon = 0.814$$

$$E := 210000 \text{MPa}$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

Ståpelare vid yttervägg

$$p_d := \left(1.15 \cdot G_t + 1.5 \cdot Q_{snö} \right) \cdot \left(t_u + \frac{B}{4} \right) + \left(1.15 \cdot G_b + 1.5 \cdot Q_b \right) \cdot \frac{B}{4}$$

$$p_d = 20.571 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

För ytterväggen används 120x120x5 kallvalsad stålprofil:

$$\text{Bredd} \quad b := 120 \text{mm}$$

$$\text{Höjd} \quad h := 120 \text{mm}$$

Tjocklek	$t := 5\text{mm}$
Tvärsnittsarea	$A := 2240\text{mm}^2$
Tröghetsmoment	$I := 4855000\text{mm}^4$
Elastiskt böjmotstånd	$W_{el} := 80910\text{mm}^3$
Plastiskt böjmotstånd	$W_{pl} := 95450\text{mm}^3$
Pelarens längd	$L := 7\text{m}$
Centrumavståndet	$cc := 5.5\text{m}$

Tvärsnittsklass (enligt Tabell 5.2)

$$\frac{b}{t} = 24 \quad \text{krav för TK1} \quad \frac{b}{t} \leq 33 \cdot \epsilon \quad \underline{\text{Det blir tvärsnittsklass 1}}$$

Full snölast, vindlast (60 %)

$$\text{Vindlast} \quad q_{wd} := (1.5 \cdot 1.1) \cdot 0.6 \cdot Q_w \cdot cc \quad q_{wd} = 1.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Momen} \quad M_{Ed} := \frac{(q_{wd} \cdot L^2)}{8} \quad M_{Ed} = 12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{Tvärkraft} \quad V_{Ed} := \frac{q_{wd} \cdot L}{2} \quad V_{Ed} = 6.9 \text{ kN}$$

$$\text{Normalkraft} \quad N_{Ed} := p_d \cdot cc \quad N_{Ed} = 113.1 \text{ kN}$$

Kontroll av knäckning

$$\text{Knäcklängd} \quad L_{cr} := L \quad L_{cr} = 7 \text{ m}$$

$$\text{Kritisk knäckningslast fås ur} \quad N_{cr} := \frac{3.14^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2} \quad N_{cr} = 205.2 \text{ kN}$$

$$\text{Slankheten fås} \quad \lambda := \left[\frac{(A \cdot f_y)}{N_{cr}} \right]^{0.5} \quad \lambda = 1.969 \quad \lambda < 3.0 \quad \text{Ok!}$$

Knäckningskurva enligt Tabell 6.1 och 6.2

Kallformat och S355 ger knäckningskurva c

Knäckningskurva c ger $\alpha := 0.49$

$$\phi := 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2) + \lambda^2 \right] \quad \phi = 2.871$$

Reduktionsfaktorn fås då ur $\chi := \frac{1}{\left[\phi + \left(\phi^2 - \lambda^2 \right)^{0.5} \right]} \quad \chi = 0.202$

Pelarens bärförmåga vid instabilitet fås med formeln:

$$N_{bRd} := \chi \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad N_{bRd} = 160.3 \text{ kN}$$

Utnyttjandegraden med hänsyn till instabilitet $\eta := \frac{N_{Ed}}{N_{bRd}} \quad \eta = 71 \%$

Kontroll av moment

Momen $M_{Ed} = 12 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Plastiskt böjmoment $M_{pIRd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad M_{pIRd} = 33.9 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Utnyttjandegraden med hänsyn till moment $\eta := \frac{M_{Ed}}{M_{pIRd}} \quad \eta = 35 \%$

Stålpelare intill mellanvägg

$$p_d := \left(1.15 \cdot G_t + 1.5 \cdot Q_{snö} \right) \cdot \frac{B}{2} + \left(1.15 \cdot G_b + 1.5 \cdot Q_b \right) \cdot \frac{B}{2}$$

$$p_d = 37.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

För mellanvägg används 120x120x5 kallvalsad stålprofil med ett centrumavstånd på 5 meter:

Bredd $b := 120 \text{ mm}$

Höjd $h := 120 \text{ mm}$

Tjocklek $t := 5 \text{ mm}$

Tvärsnittsarea $A := 2240 \text{ mm}^2$

Tröghetsmoment $I := 4855000 \text{ mm}^4$

Elastiskt böjmotstånd $W_{el} := 80910 \text{ mm}^3$

Plastiskt böjmotstånd $W_{pl} := 95450 \text{ mm}^3$

Pelarens längd $L := 7 \text{ m}$

Centrumavståndet $cc := 4 \text{ m}$

Tvärsnittsklass

$$\frac{b}{t} = 24 \quad \text{krav för TK1} \quad \frac{b}{t} \leq 33 \cdot \varepsilon \quad \underline{\text{Det blir tvärsnittsklass 1}}$$

Full snölast, ingen vind

Normalkraft $N_{Ed} := p_d \cdot cc \quad N_{Ed} = 151.5 \text{ kN}$

Kontroll av knäckning

Knäcklängd $L_{cr} := L \quad L_{cr} = 7 \text{ m}$

Kritisk knäckningslast fås ur $N_{cr} := \frac{3.14^2 \cdot E \cdot I}{L_{cr}^2} \quad N_{cr} = 205.2 \text{ kN}$

Slankheten fås $\lambda := \left[\frac{(A \cdot f_y)}{N_{cr}} \right]^{0.5} \quad \lambda = 1.969$

Knäckningskurva enligt Tabell 6.1 och 6.2

Kallformat och S355 ger knäckningskurva c

Knäckningskurva c ger $\alpha := 0.49$

$$\phi := 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2) + \lambda^2 \right] \quad \phi = 2.871$$

Reduktionsfaktorn fås då ur $\chi := \frac{1}{\left[\phi + \left(\phi^2 - \lambda^2 \right)^{0.5} \right]} \quad \chi = 0.202$

Pelarens bärförmåga vid instabilitet fås med formeln:

$$N_{bRd} := \chi \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad N_{bRd} = 160.3 \text{ kN}$$

Utnyttjandegraden med hänsyn till instabilitet $\eta := \frac{N_{Ed}}{N_{bRd}} \quad \eta = 95 \%$

Stålpelarna i både ytter- och mellanväggarna klarar av den tyngd som påförs med en knäcklängd på 7 meter. Utnyttjandegraden med den knäcklängden blir dock ganska hög med tanke på att det är frågan om ett gammalt hus och därför finns det mer osäkerheter. Ifall det skall vara frågan om ett nybygge skulle utnyttjandegraden vara mycket bra. Därför är det rekommenderat att man minskar på knäcklängderna för att få en mindre utnyttjandegrad och därmed en större säkerhetsmarginal.

7. Fotplåt

Stålkvalitet S355 $f_y := 355 \text{ MPa}$

För ytterväggspelarna

Pelarna är RHS 120x120x5

Fotplåten har dimensionerna 220 x 320 m²

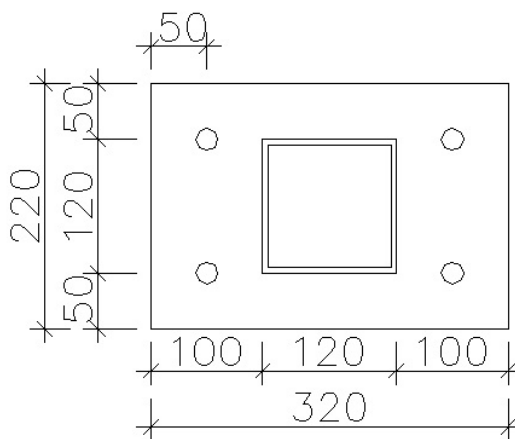
Bredd $b := 0.220 \text{ m}$

Höjd $h := 0.320 \text{ m}$

Area $A := b \cdot h \quad A = 0.07 \text{ m}^2$

Normalkraft $N_{Ed} := 113.1 \text{ kN}$

$p_d := \frac{N_{Ed}}{A} \quad p_d = 1.6 \text{ MPa}$



Snitt från plåtens kant till pelare $c := 100 \text{ mm}$

Momen $M_{Ed} := p_d \cdot b \cdot \frac{c^2}{2} \quad M_{Ed} = 1.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Tjocklek på fotplåt $t := 0.013 \text{ m}$

Kantspänningen $\sigma_{md} := \frac{M_{Ed}}{\left(\frac{b \cdot t^2}{6}\right)} \quad \sigma_{md} = 285.2 \text{ MPa}$

Utnyttjandegrad $\eta := \frac{\sigma_{md}}{f_y} \quad \eta = 80\%$

För mellanväggspelarna

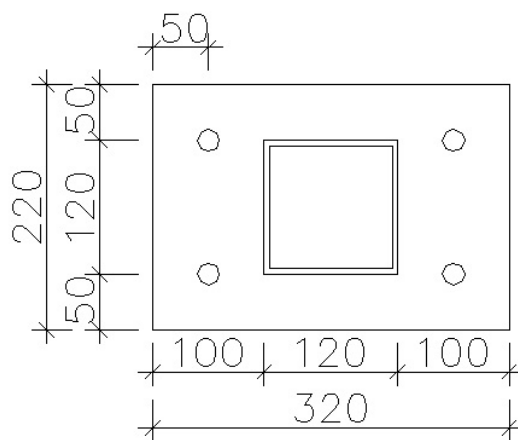
Pelarna är RHS 120x120x5

Fotplåten har dimensionerna 220 x 320 m²

Bredd $b := 0.220\text{m}$
Höjd $h := 0.320\text{m}$
Area $A := b \cdot h \quad A = 0.07 \text{ m}^2$

Normalkraft $N_{Ed} := 151.5 \text{ kN}$

$p_d := \frac{N_{Ed}}{A} \quad p_d = 2.2 \text{ MPa}$



Snitt från plåtens kant till pelare $c := 100 \text{ mm}$

Momen $M_{Ed} := p_d \cdot b \cdot \frac{c^2}{2} \quad M_{Ed} = 2.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Tjocklek på fotplåt $t := 0.015 \text{ m}$

Kantspännin $\sigma_{md} := \frac{M_{Ed}}{\left(\frac{b \cdot t^2}{6}\right)} \quad \sigma_{md} = 286.9 \text{ MPa}$

Utnyttjandegrad $\eta := \frac{\sigma_{md}}{f_y} \quad \eta = 81\%$

Fotplåtarnas dimensioner räcker bra till för både mellan- och ytterväggspelarna.

Jag har därmed dimensionerat lämpliga ståpelare med pelarfot som är tillräckliga för att hantera de krafter som påför dem. De stålprofiler jag har använt mig av är bara en av flera alternativ som passar bra till byggnaden. De ståpelare jag använt mig av har tillräcklig bärförmåga och de är också lämpliga med tanke på byggnadens dimensioner.

